






## Preparing aluminium-silicon alloys

**Patent number:** FR2814757  
**Publication date:** 2002-04-05  
**Inventor:** MARGARIA THOMAS  
**Applicant:** INVENSIL (FR)  
**Classification:**  
- **international:** **C22C1/02; C22C1/02;** (IPC1-7): C22C21/02; B22F9/06  
- **european:** C22C1/02C  
**Application number:** FR20000012508 20001002  
**Priority number(s):** FR20000012508 20001002

### Also published as:

 WO0229126 (A1)  
 US6916356 (B2)  
 US2004035250 (A1)  
 MXPA03002823 (A)  
 CN1471589 (A)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

### Abstract of **FR2814757**

The invention concerns a method for preparing Al-Si alloys, by introducing into molten aluminium, at a temperature ranging between 700 and 850 DEG C, metallurgical silicon grains having a particle-size distribution less than 10 mm, wherein the silicon grains, when they reach the molten aluminium temperature, exhibit the property of being fragmented into smaller grains. Said grains are preferably obtained by granulometric selection between 1 and 10 mm of the material obtained by granulating liquid silicon in water. The invention enables to increase the dissolving rate of silicon and to reduce impurities formed during the preparation process.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 814 757**

②① N° d'enregistrement national :

**00 12508**

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : C 22 C 21/02, B 22 F 9/06

①②

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②② Date de dépôt : 02.10.00.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 05.04.02 Bulletin 02/14.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *INVENSIL Société anonyme* — FR.

⑦② Inventeur(s) : MARGARIA THOMAS.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : PECHINEY.

⑤④ ELABORATION D'ALLIAGES DE TYPE ALUMINIUM-SILICIUM.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé d'élaboration d'alliages Al-Si, dans lequel le silicium est introduit dans l'aluminium liquide sous forme de granules de taille inférieure à 10 mm, avec moins de 0, 1%, et de préférence moins de 0, 05% de particules de taille inférieure à 5 µm. Les granules de silicium sont obtenus de préférence par granulation du silicium liquide dans l'eau.

L'invention permet d'augmenter la vitesse de dissolution du silicium et de réduire les crasses formées lors de l'élaboration.

**FR 2 814 757 - A1**



## Elaboration d'alliages de type Aluminium – Silicium

### Domaine de l'invention

5

L'invention concerne un procédé d'élaboration des alliages aluminium silicium, plus particulièrement des alliages à plus de 7% de silicium, par introduction de silicium métallurgique dans l'aluminium liquide.

### 10 Etat de la technique

Le silicium est un élément d'addition assez habituel dans les alliages d'aluminium, notamment les alliages Al-Si-Mg (série 6000) et les alliages Al-Si (série 4000). Dans cette dernière catégorie d'alliages, utilisée surtout pour la fabrication de pièces moulées, la teneur  
15 en silicium peut être importante, et parfois dépasser la teneur de l'eutectique, qui se situe autour de 13%. Ces alliages peuvent contenir d'autres éléments d'addition tels que le magnésium, le cuivre, le manganèse, le zinc, le nickel.

L'élaboration de ces alliages se fait dans des fours à flamme, à des températures d'environ 700 à 850°C. A la charge d'aluminium est ajoutée dès le début de l'opération une charge de  
20 silicium métallurgique correspondant à au moins 75% de la quantité nécessaire. A ce stade, le silicium est chargé en morceaux, et sa dissolution dans l'aluminium se fait progressivement pendant la fusion de la charge, sans constituer un frein à la productivité du four. Une fois la charge fondue, on prélève un échantillon du bain pour analyse et on procède, si nécessaire, à une addition complémentaire de silicium pour mise au titre final. Cette opération, qui est  
25 indispensable dans le cas des alliages de deuxième fusion, dont la teneur initiale en silicium est variable, doit se dérouler aussi rapidement que possible.

Dans la technique pratiquée jusqu'à maintenant, cette addition finale se fait généralement sous forme de silicium obtenu à partir de lingots, de masse toujours supérieure à 10 kg, broyé à une  
30 produit de granulométrie 1 - 10 mm. Malgré sa granulométrie, ce produit ne se dissout pas très vite dans l'aluminium. Par ailleurs il a l'inconvénient de former des crasses constituées d'un mélange d'alumine et de fines de silicium, ce qui contribue à faire baisser le rendement d'introduction du silicium.

### Objet de l'invention

L'invention a pour but un procédé d'élaboration d'alliages de type Al-Si, notamment d'alliages à plus de 7% de silicium, permettant une dissolution rapide du silicium et évitant la  
5 formation de crasses.

L'invention a pour objet un procédé d'élaboration d'alliages Al-Si, dans lequel le silicium est introduit dans l'aluminium liquide sous forme de granules de taille inférieure à 10 mm ; avec moins de 0,1%, et de préférence moins de 0,05% de particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m. Les granules de silicium sont obtenus de préférence par granulation du silicium liquide dans l'eau.  
10

### Description de l'invention

L'invention a pour origine la constatation, par la demanderesse, de la présence dans le silicium en grains vendu pour la mise au titre des bains d'alliages d'aluminium, de quantités  
15 non négligeables de particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m. L'expérience montre que le tamisage d'une poudre pour en extraire la fraction inférieure à 50  $\mu$ m, s'avère peu performant ; pour éliminer les particules les plus fines, par exemple la fraction inférieure à 5  $\mu$ m, l'opération est quasiment inefficace. Ces particules très fines sont probablement générées lors du conditionnement du produit et l'observation de la poudre au microscope en confirme  
20 l'existence.

L'évaluation de leur quantité relative en masse peut être déterminée par granulométrie laser ; on trouve toujours dans la tranche granulométrique 1 / 10 mm du silicium, quel que soit son mode de préparation, des fractions massiques de particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m de l'ordre d'au moins 0,5%. La demanderesse a constaté également que la suppression ou la  
25 réduction de la teneur de ces particules très fines permettait d'améliorer le rendement d'introduction du silicium dans un bain d'alliage fondu à base d'aluminium.

L'invention consiste donc, dans le but d'utiliser le plus efficacement possible la masse de silicium introduite dans l'alliage d'aluminium en fusion, à ramener la teneur en particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m à moins de 0,1%, et de préférence à moins de 0,05%.  
30 Pour obtenir ce résultat, on peut laver le produit à l'eau et le sécher ensuite, car la présence de traces d'humidité est incompatible avec l'utilisation visée, et on obtient le résultat attendu en terme de réduction de la quantité de scories formées lors de la mise au titre du bain d'alliage Al-Si.

- Un autre procédé, qui évite d'ajouter une étape supplémentaire dans la fabrication du silicium consiste à couler directement dans l'eau un jet de silicium fondu entre 1415°C et 1550°C. Diverses techniques de granulation sont décrites dans l'art antérieur, qui concernent toutes la préparation de silicium pour la synthèse des alkyl- ou aryl-halogénosilanes utilisés dans l'industrie des silicones. Une granulation particulièrement bien adaptée est celle décrite dans le brevet FR 2709082 de Pechiney Electrometallurgie, dans laquelle le jet de silicium est éclaté au préalable sur une cible réfractaire tournante. Le produit obtenu par cette technique se présente en grains de dimensions inférieures à 10 mm. Une fois extrait de la masse d'eau où il a été formé, ce silicium s'avère exempt de particules inférieures à 5 µm.
- Lorsqu'après séchage, on introduit ces granules dans l'aluminium liquide, notamment pour la mise au titre des alliages Al-Si, il apparaît que la remontée rapide en température entraîne la fragmentation du produit et que cette fragmentation s'accompagne d'une dissolution beaucoup plus rapide du produit dans le bain d'alliage fondu, conduisant à un gain de productivité important.

15

### Exemples

#### Exemple 1

- On prépare au four électrique à arc un silicium métallurgique correspondant aux spécifications requises pour l'élaboration d'alliages d'aluminium. Ce silicium métallurgique est coulé en lingots, solidifié, puis broyé à une granulométrie de 10 mm maxi.
- Pour évaluer la qualité granulométrique de ce produit, un échantillon est prélevé puis lavé à l'eau.
- L'eau de lavage est ensuite évaporée pour recueillir les fines entraînées qui sont analysées au moyen d'un granulomètre à laser ; on peut ainsi reconstituer la véritable analyse granulométrique du produit d'origine, qui s'avère contenir 0,51% de fines de taille inférieure à 5 µm.
- Lors d'un essai en atelier de fabrication d'alliage A-S13, ce produit est utilisé pour la mise au titre du bain avant coulée ; pour cette mise au titre, on ajoute 245 kg de produit ; entre le moment de cette addition et la dissolution complète permettant la coulée finale, 47 minutes se sont écoulées ; en fin d'opération 16 kg de scories sont récupérées.

30

#### Exemple 2

On prépare comme dans l'exemple précédent, au four électrique à arc le même silicium métallurgique correspondant aux spécifications requises pour l'élaboration d'alliages d'aluminium. Ce silicium métallurgique est coulé à 1530°C directement dans l'eau après

5 fragmentation du jet de silicium fondu.

Le produit récupéré dans la piscine de granulation est séché puis tamisé à 10 mm.

Ce granulé fait l'objet d'un contrôle granulométrique dans les mêmes conditions que dans l'exemple précédent ; le taux de fines de taille inférieure à 5  $\mu\text{m}$  est de 0,03%.

Lors d'un nouvel essai en atelier de fabrication d'alliage A-S13, ce produit est utilisé pour la

10 mise au titre du bain avant coulée ; pour cette mise au titre, on ajoute 270 kg de produit ; entre le moment de cette addition et la dissolution complète permettant la coulée finale, 23 minutes se sont écoulées ; en fin d'opération 9 kg de scories sont récupérées.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé d'élaboration d'alliages Al-Si, dans lequel le silicium est introduit dans l'aluminium liquide sous forme de granules de taille inférieure à 10 mm, avec moins de 0,1% de particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le silicium contient moins de  
10 0,05% de particules de taille inférieure à 5  $\mu$ m.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le silicium est susceptible de se fragmenter dans l'aluminium liquide..
- 15 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le silicium est granulé à l'eau.



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 594498  
FR 0012508

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS  |  | Revendication(s)<br>concernée(s) | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI      |
|--|--|----------------------------------|--|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                 |                                  |  |
| X  | EP 0 423 912 A (NIKKIN FLUX INC)<br>24 avril 1991 (1991-04-24)<br>* revendication 3 *                              | 1-4                              | C22C21/02<br>B22F9/06                                |
| A  | EP 0 283 517 A (VNI PI ALJUMINIEVOI<br>MAGNIEVOI) 28 septembre 1988 (1988-09-28)<br>* revendication 1; tableau 2 * | 1                                |  |
| A  | GB 1 463 933 A (DIAMOND SHAMROCK CORP)<br>9 février 1977 (1977-02-09)<br>* page 2, ligne 54 - ligne 64 *           | 1                                |  |
|  |  |                                  | <b>DOMAINES TECHNIQUES<br/>RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b> |
|  |  |                                  | C22C   |
| Date d'achèvement de la recherche  |  | Examineur                        |  |
| 18 juin 2001   |  | Gregg, N                         |  |
| <b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |                                  |  |